

ELECTRODELESS DISCHARGE LAMP LIGHTING DEVICE

Patent Number: JP7057886
Publication date: 1995-03-03
Inventor(s): NAKANO TOMOYUKI; others: 02
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
Requested Patent: JP7057886
Application Number: JP19930201416 19930813
Priority Number(s):
IPC Classification: H05B41/24
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To provide a stable light output having no flicker by setting the ON-time of a control signal for lighting an electrodeless discharge lamp longer than the time obtained by adding the time until the discharge lamp is lighted and the time until high frequency power is stabilized after lighting.

CONSTITUTION:The ON-time (lighting time for lighting an electrode less discharge lamp 7) of a dimming signal given from a control signal generator 9 to a dimming circuit 6 is set longer than the time obtained by adding the ignition starting time of the discharge lamp 7 and the time until the output of high frequency power is stabilized after lighting. Thus, the fluctuation of the ignition starting time is absorbed, and even in the state where the light output is throttled by time division control, a substantially fixed light output can be provided although it is slightly fluctuated every period. Namely, even when the duty ratio of time division at the flashing or dimming of the discharge lamp is small, the lower limit lighting time can be kept for a required time for lighting or more, the light output having no flicker can be consequently provided, and the dimming-allowable lower limit can be minimized.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-57886

(43)公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl.⁶

H 05 B 41/24

識別記号

序内整理番号

M 9249-3K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全15頁)

(21)出願番号

特願平5-201416

(22)出願日

平成5年(1993)8月13日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 中野 智之

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 熊谷 祐二

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 岡本 太志

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

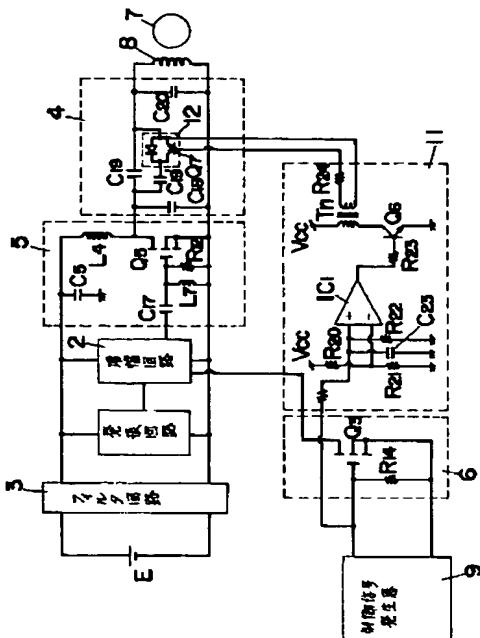
(74)代理人 弁理士 石田 長七 (外2名)

(54)【発明の名称】 無電極放電灯点灯装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】調光を下限方向に絞ったときに、ちらつきが発生せず、無電極放電灯を調光可能な下限値を小さくすることができる無電極放電灯点灯装置を提供する。

【構成】高周波電力供給手段は直流電源Eの両端に接続される発振回路1と発信回路1の信号を受けて増幅された高周波電力を出力する增幅回路2, 5と無電極放電灯7と増幅回路2, 5との間に設けられるマッチング回路及び光出力を小さくすることが可能になるよう無負荷時のコイル電圧を高くした場合の損失を防ぐための出力電圧制御回路11、スイッチ回路から構成されている。フィルタ回路3は高周波が電源に帰還することを防いでいる。マッチング回路4は無電極放電灯7に効率よく高周波電力を伝達するようにインピーダンス整合を行っている。調光回路6はFETQ₃と放電抵抗R₁₄からなりFETQ₃のゲートには制御信号発生器9から制御信号発生器9から制御信号が入力される。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい增幅手段で点灯維持する手段を備えたことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項 2】制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号をオフする手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 3】制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保つ手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 4】制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保ち、オフ時間のみを長くして行く手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 5】時分割調光を行う制御信号の周波数を、人間の視知覚の確認可能な点滅周波数より大きく、且つ点灯所要時間に 100 を乗じた値で下限調光比を割って得られた値を周波数とした場合の周波数より小さく設定したことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置

【請求項 6】電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項 7】電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段

10

20

30

40

50

の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい增幅手段で点灯維持する手段を備えたことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項 8】增幅手段が E 級增幅回路で構成されたことを特徴とする請求項 7 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 9】点弧始動期間中增幅手段の構成素子の少なくとも一つの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 10】点弧始動期間中には増幅手段に設けた RF チョークと、増幅素子に並列接続されたコンデンサの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 11】点弧始動期間中には増幅手段に設けた RF チョークと、共振用コンデンサの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 12】点弧始動期間中には増幅手段に設けた RF チョークと、共振用インダクタンスの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 13】点弧始動期間中には増幅手段に設けた RF チョークのインピーダンスを小さくする方向に変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 又は 10 又は 11 又は 12 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 14】点弧始動期間中には C 級動作する増幅手段を動作させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 15】点弧始動期間を 400 μ s 以下とすることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 又は 10 又は 11 又は 12 又は 13 又は 14 記載の無電極放電灯点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入した無電極放電灯に高周波電磁界を印加して無電極放電ランプを発行させる無電極放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、無電極放電灯に高周波電磁界を印加して発行させるこの種の無電極放電灯点灯装置は、図 14 に示すように、直流電源 E と、この直流電源 E からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段 A と、この高周波電力供給手段 A の出力端間に接続される高周波電力供給用コイル 8 と、この高周波電力供給用コイル 8 の近傍に配置され透明なガラスバルブ或いは内面に蛍光体が塗布された球状のガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガス（例えば、水銀及び

3

稀ガス)を封入した無電極放電灯7とを備えて構成されている。

【0003】ここで高周波電力供給手段Aは直流電源Eの両端に接続される発振回路1と、直流電源Eの両端に接続され発振回路1の信号を受けて増幅された高周波電力を出力する増幅回路2、5と、無電極放電灯7と増幅回路2、5との間に設けられるマッチング回路4とから構成されている。増幅回路2は発振回路1の発振出力を増幅するプリアンプであり、増幅回路5はプリアンプの出力を更に高周波電力増幅するメインアンプを構成するものであり、プリアンプを構成する増幅回路2は図15に示すようにコンデンサC₆、C₁₆、抵抗R₃、R₈～R₁₀、コイルL₆及びトランジスタQ₄からC級増幅回路を構成する。尚コイルL₆、コンデンサC₁₇により発振周波数に同調するようにしている。そしてメインアンプを構成する増幅回路5は、パワーMOSFET(以下FETと略す)Q₆、コンデンサC₅、C₁₇、抵抗R₁₂、コイルL₄、L₇からなる。コイルL₄はFETQ₆の入力キャパシタンスを打ち消す為に入れてあり、抵抗R₁₂はFETQ₆の入力インピーダンスを増幅回路2の出力と整合させるために入れてある。

【0004】フィルター回路3は、コイルL₃、コンデンサC₁から構成され、高周波が電源に帰還することを防いでいる。マッチング回路4は、コンデンサC₁₈乃至C₂₀等から構成され、増幅回路5の出力と後段の無電極放電灯7及び高周波電力供給用コイル8との間に設けられ、両方のインピーダンスのマッチングを取り、反射を無くして無電極放電灯7に効率良く高周波電力を伝達するようにインピーダンス整合を行っているものである。

【0005】無電極放電灯7は、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入したものであり、この外周近傍には数ターンの空心コイルである高周波電力供給用コイル8が巻回され、高周波電力を無電極放電灯7内の放電ガスに供給している。制御手段である調光回路6は、FETQ₃と、ゲートに接続された放電抵抗R₁₄からなり、FETQ₃のドレインは、増幅回路2のトランジスタQ₄のベースに、ソースはグランドに接続されている。そしてFETQ₃のゲートには制御信号発生器9から制御信号が入力されるようになっている。

【0006】以下動作状態を簡単に説明する。今、電源スイッチSWがオンして直流電源Eからの電源供給を受けると、発振回路1が発振を開始し、増幅回路2に発振回路1の信号が伝達されて増幅され、増幅回路5に増幅された信号が伝達されてさらに増幅される。この増幅回路5にて増幅された高周波電圧は、無電極放電灯7の球状の外周に沿って近接配置された高周波電力供給用コイル8に印加される。そして、高周波電力供給用コイル8に数MHzから数100MHzの高周波電流を流すことにより、高周波電力供給用コイル8に高周波電磁界を発生させ、無電極放電灯7に高周波電力を供給し、無電極

10

4

放電灯7内に高周波プラズマ電流を発生させて紫外線若しくは可視光を発生するようになっている。

【0007】次に制御信号が調光回路6に制御信号発生器9より入力された場合を説明する。まず”L”の制御信号が入力された場合には、先に説明した場合と同様となり、FETQ₃のドレイン・ソース間はオーブン状態となり、トランジスタQ₄のベースには発振回路1からの出力が正常に加わり、無電極放電灯7は点灯する。

【0008】次に”H”の制御信号が入力された場合には、FETQ₃のゲートに十分高い電圧が印加されると、FETQ₃のドレイン・ソース間はオン状態となり、その結果トランジスタQ₄のベースエミッタ間が短絡されベース電圧は0となり、増幅回路2での増幅が行われず、無電極放電灯7は消灯する。ここで、抵抗R₈乃至R₁₁は、負荷変動の影響を小さくするために設けられている。

【0009】このように、制御信号の”H”レベル、”L”レベルの信号の比率を適当に設定して、無電極放電灯7を人間の視知覚の確認可能な点滅周波数より高く、つまり目にちらつき感を与えない程度の繰り返し周期で点灯させる時分割制御により、任意の調光特性が得られる。そして点滅周期を100Hz程度以上にすれば、所謂デューティ調光が可能となる。

【0010】このように調光方法として時分割制御を用いるのは無電極放電灯点灯装置の点滅応答性が優れているからである。しかし点滅応答性が優れているといつても、始動点灯に至る迄の時間が全くないわけではない(約0.1乃至0.4[m s]程度の時間が必要)。図16に無電極放電灯点灯装置における調光時の点灯状態を示す。

【0011】同図(a)は制御信号を、同図(b)は無電極放電灯7が調光点灯中の高周波電力供給用コイル8の両端電圧を、同図(c)は直流電源Eから高周波電力供給手段Aの入力電流である。時刻t₁において、制御信号が”L”になると、FETQ₃がオフして、高周波電力供給用コイル8に高周波電力が供給され、始動点灯するまでの期間t₁～t₂(T₁)後に無電極放電灯7は点灯する。そして制御信号のオン期間(”L”期間)

(図16におけるt₁～t₂(T₁)を短くするほど調光レベルが大きく、光出力が小さくなるのである。

【0012】図17は始動点灯時の高周波電力供給手段Aへの直流入力電流波形と無電極放電灯7の光出力の波形を示す。高周波電力供給手段Aへの直流入力電流は図17(a)のように無電極放電灯7の未点灯時には大きな電流が流れ、点灯と同時にその電流は一定の電流へ振動しながら安定する。その時の光出力は図17(b)の様になる。無電極放電灯7が始動点灯に至る迄の点弧始動期間T₁は高周波電力供給手段Aを構成する各素子の温度特性や、その時の無電極放電灯7の始動のし易さや状態により多少の変動がある。図17(b)のT₂は無

20

50

電極放電灯7の点灯後、高周波電力供給手段Aの出力が安定するまでの期間を示す。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図18(a)に示すように制御信号を限りなく、点灯時間(制御信号のオン期間)が短くなるように調整すると、無電極放電灯7が始動点灯に至る迄の点弧始動期間T_aの多少の変動により、図18(b)、(c)に示す入力電流、光出力には実線で示す点灯モードと破線で示す点灯モードとが現れることになる。

【0014】そこで上記のように時分割制御により調光或いは点滅する場合、時分割比を下限値に近付けて行くと、上記のような理由で図18中の実線の点灯モードと、破線の点灯モードが現れるため、結果としてちらつきに見え、そのため調光に限界が生じるという問題があった。ここで無電極放電灯7が無いとき(無負荷状態)における高周波電力供給用コイル8の両端電圧、即ち無負荷2次電圧とし、無負荷状態における点灯回路に流れる入力電流又はFETQ₅の熱的ストレス(損失)及び図16に示す調光信号のオン期間T_a/一周期T_b(t_a-t_b)【調光デューティ比とする】との相関を図19に示す。この図19のT_a/T_bの曲線は調光可能な限界値を示している。即ちT_a/T_bがこれ以上小さくなると、ちらつきが生じる点を示している。

【0015】図19において、無負荷2次電圧が高い程、調光可能な調光デューティ比T_a/T_bを小さくでき、光出力を小さく絞ることが可能となる。逆に無負荷2次電圧を高く設定する程、無負荷時のFETQ₅の損失が大きくなる欠点がある。また高周波電力供給手段Aに用いるメインアンプたる增幅回路5に図20に示すようにE級増幅回路を用いて高効率化を図った従来例も提案されている。このE級増幅回路は、直流電源Eに直列接続されたFETQ₅と、直流電源Eから入力電流を一定にするためのRFチョークL₅と、FETQ₅に並列接続されたコンデンサC₂₁と、動作周波数付近に共振点を持つ共振用コイルL₆、共振用コンデンサC₂₂の直列回路とからなり、理想的なE級動作をした場合のFETQ₅の両端電圧V_{D5}、FETQ₅を流れる電流I_D、波形は図21に示すようになる。E級動作の特徴はFETQ₅の両端電圧V_{D5}、及び傾きが0になると同時に電流I_Dが流れ出すため、FETQ₅がオフからオンに移る時のスイッチングロスが略0となる点にある。しかしRFチョークL₅が入力電流を略一定に保つために高周波(動作周波数以上)において十分大きなインピーダンスを持つように設計されているので、無電極放電灯7を点灯させる際、入力電流が図22に示すようになり、点弧始動期間T_aが数百μs～数msとなってしまう。このことは無電極放電灯7を時分割制御により調光を行う場合の調光レベルの下限を著しく制限してしまうということにつながる。図23(a)は125Hzの周波数(T

b=8ms)の高周波出力用コイル8から出力される高周波電圧を示しており、このときの入力電流は図23

(b)に示すようになる。この制御信号のオン期間を小さくして調光を下限値に設定したときの入力電流は図23(c)に示すようになるが、上記のように点弧始動期間T_aが限定されてしまうと調光下限が制限されることになる。図の例では調光デューティ比T_a/T_bは1ms/8msで12.5%が調光下限となっている。

【0016】尚図20では、ブリアンプである增幅回路2、調光回路6、制御信号発生器10について説明を簡単にするために省略してある。本発明は上記の問題点に鑑みて為されたもので、請求項1乃至請求項5の発明の目的とするところは、調光を下限方向に絞った時にちらつきが発生せず、無電極放電灯を調光可能な下限値を小さくすることができる無電極放電灯点灯装置を提供するにある。

【0017】請求項6記載の発明の目的とするところは、調光可能な下限値を小さくすることが可能で、しかも高周波電力供給手段の增幅素子の損失を小さくした無電極放電灯点灯装置を提供するにある。請求項7記載乃至15の発明の目的とするところは、点弧始動期間を短くすることができ、調光可能な下限値を小さくすることができる無電極放電灯点灯装置を提供するにある。

【0018】【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、請求項1の発明では、電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、点滅或いは時分割調光を行う際、無電極放電灯を点灯させる制御信号のオン時間を、無電極放電灯が点灯に至るまでの時間と点灯後高周波電力供給手段の出力が安定に至るまでの時間とを加えた点灯所要時間より長くするものである。

【0019】請求項2は、請求項1の発明の実施態様であって、制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号をオフする手段を備えたものである。請求項3は、請求項1の発明の実施態様であって、制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保つ手段を備えたものである。

【0020】請求項4の発明は、請求項1の発明の実施態様であって、制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保ち、オフ時間のみを長くして行く手段を備えたものである。請求項5の発明は、請求項1の発明の実施態

様であって、時分割調光を行う制御信号の周波数を、人間の視知覚の確認可能な点滅周波数より大きく、且つ点灯所要時間に100を乗じた値で下限調光比を割って得られた値を周波数とした場合の周波数より小さく設定したものである。

【0021】請求項6の発明では、電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたものである。

【0022】請求項7の発明では、電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい增幅手段で点灯維持する手段を備えたものである。

【0023】請求項8の発明は、請求項7の発明の実施態様であって、増幅手段がE級増幅回路で構成されたものである。請求項9の発明は、請求項7又は8の発明の実施態様であって、点弧始動期間中増幅手段の構成素子の少なくとも一つの定数を変化せるものである。請求項10の発明は、請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョークと、増幅素子に並列接続されたコンデンサの定数を変化せるものである。

【0024】請求項11の発明は、請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョークと、共振用コンデンサの定数を変化せるものである。請求項12の発明は、請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョークと、共振用インダクタンスの定数を変化せるものである。

【0025】請求項13の発明は、請求項7又は8又は9又は10又は11又は12の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョーク

ークのインピーダンスを小さくする方向に変化させるものである。請求項14の発明は、請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中にはC級動作する増幅手段を動作せるものである。

【0026】請求項15の発明は、請求項7又は8又は9又は10又は11又は12又は13又は14の発明の実施態様であって、点弧始動期間を $400\mu s$ 以下とするものである。

【0027】

【作用】請求項1乃至請求項5の発明によれば、時分割制御により無電極放電灯を点滅或いは調光する際の時分割のデュティ比が小さくても、その下限の点灯時間を点灯所要時間以上に保つことができ、その結果ちらつきの起きない安定な光出力が得られる制御ができ、結果調光可能な下限を小さくすることができる。

【0028】請求項6の発明によれば、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたので、調光の下限値を小さくすることができ、また高周波電力供給手段の増幅手段の素子の損失を小さくすることができる。

【0029】請求項7乃至15の発明によれば、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい増幅手段で点灯維持する手段を備えたので、点弧始動期間を短くすることができる。

【0030】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

(実施例1) 本実施例は、請求項1の発明に対応する実施例であり、実施例回路は図14、図15と基本的に同じ回路を用いるため、回路構成についての図示及び説明は省略し、以下の説明に用いる構成要素の番号及び記号は図14、15を参照する。

【0031】而して本実施例では、調光回路6に制御信号発生器9から与える調光信号のオン時間 T_a （無電極放電灯7を点灯させる点灯時間）を図17中の無電極放電灯7が点灯に至るまでの時間（点弧始動期間 T_1 ）と、無電極放電灯7が点灯してから高周波電力供給手段Aの出力が安定に至るまでの時間 T_2 （実際には $0.1 m s \sim 5 m s$ 程度）を加えた時間（以下点灯所要時間 T_0 と称する）より長く設定するのである。従って図1(a)に示す最低点灯時間（調光信号のオン時間 T_a ）を上記点灯所要時間 T_0 とすることにより、点弧始動期間 T_1 の変動は吸収され、時分割制御によって光出力を絞った状態のときも、直流入力電流波形は図1(b)に示すようになり、毎周期多少の変動はあるが略一定の光出力が図1(c)に示すようになります、ちらつきの起こらない無電極放電灯点灯装置が得られることになる。

【0032】つまり時分割制御による調光を行う場合は点灯所要時間 T_a により制御信号のデュティの下限が図2に示すように決まることがある。

(実施例2) 本実施例は、時分割制御により調光する場合、制御信号発生器9の制御信号のオン時間 T_a が前記点灯所要時間 T_b と等しくなるデュティ(以下下限デュティと称する)より小さくなる場合に対処したもので、図3に示すように制御信号発生器9と、無電極放電灯点灯装置の調光回路6との間に制御信号変換器10を挿入してある。この制御信号変換器10は制御信号発生器9の制御信号のオン時間 T_a が前記点灯所要時間 T_b と等しくなるデュティ(以下下限デュティXと称する)より小さくなる場合、図4の破線aのようにデュティを変換し、制御信号のオン時間 T_a が点灯所要時間 T_b より短くなるのを防ぐ。図4の破線bは下限デュティXを下回る制御信号が制御信号発生器9より入力した際に、制御信号変換器2の出力は0になる。つまり消灯させる動きを行う場合を示す。

【0033】(実施例3) 無電極放電灯点灯装置を時分割調光するとき制御信号のデュティを小さくしていくと、図5(a)に示すように点灯所要時間 T_b に対応する前記下限デュティXに到達する。本実施例では、この下限デュティX以下に調光を絞る場合、図5(b)に示すように制御信号のオフ時間だけを長くするように働く制御信号変換器2を設けたもので、この働きにより下限デュティX以下の調光を行うことができる。尚本実施例の構成は実施例2の構成に準ずる。

【0034】ところで、無電極放電灯点灯装置を時分割制御する場合、その時分割の周波数の下限は人間の視知覚の確認可能なフリッカ一周波数(様々な周囲の条件・光源によって異なる)によって決まる。また上限は欲する下限の調光比と上記点灯所要時間 T_b の関係により制約される。従って、点滅周波数(時分割の制御信号の周波数)を人間の視知覚の確認可能なフリッカ一周波数より高くし、且つ〔欲する下限調光比(%) / (点灯所要時間 T_b × 100(%))〕Hzより低い周波数に設定することによりちらつきのない無電極放電灯点灯装置を実現することもできる。

【0035】(実施例4) 本実施例は光出力を小さくすることが可能になるように無負荷時のコイル電圧を高いた場合の損失を防ぐために図6に示すように出力電圧制御回路11及びスイッチ回路12を図15の回路に追加したものである。ここで出力電圧制御回路10は、コンパレータIC₁と、電源電圧Vccを分圧する抵抗R₂₀と抵抗R₂₁との直列回路と、制御信号を分圧する抵抗R₂₂と抵抗R₂₃との直列回路と、制御信号を平滑するコンデンサC₂₃と、コンパレータIC₁と、コンパレータIC₁の出力により抵抗R₂₃を介して駆動されるトランジスタQ₆と、このトランジスタQ₆を介して1次巻線に電源電圧Vccが印加されるトランジスト T_{r1} とで構成

される。又スイッチ回路12はマッチング回路4のコンデンサC₁₉に並列にコンデンサC_{19'}を介してトランジスタQ₇を並列に接続したものであり、このトランジスタQ₇のベース・エミッタ間は上記トランジスト T_{r1} の2次巻線に抵抗R₂₄を介して接続される。尚トランジスタQ₇に並列に接続したダイオードは別に無くても良い。

【0036】次に図7、図8を用いて本実施例の動作を説明する。まず図7は無電極放電灯7を全点灯させた場合の各部の波形図であり、図8は無電極放電灯7を調光点灯させた場合の各部の波形図であり、図7(a)に示すように調光のための制御信号が“L”の場合にはFETQ₃がオフし、図7(b)に示す休止期間の無い高周波電圧が高周波電力供給用コイル8に印加される。このときの直流電源Eから高周波電力供給手段Aへの入力電流は図7(c)に示すようになる。また制御信号が“L”であるため出力電圧制御回路11のコンパレータIC₁の非反転端子は零となる。このためコンパレータIC₁の出力端も零となり、トランジスタQ₆がオフする。従ってトランジスト T_{r1} にも2次出力が発生せず、スイッチ回路12がオフし、マッチング回路4はコンデンサC₁₈～C₂₀のみで構成される。

【0037】他方図8(a)に示すように調光の制御信号が調光回路6へ入力すると、FETQ₃がオン、オフし、図8(b)に示す間欠的な高周波電圧が高周波電力供給用コイル8に印加され、無電極放電灯7は調光点灯される。このときの直流電源Eから高周波電力供給手段Aへの入力電流は図8(c)に示すようになる。出力電圧制御回路11のコンパレータIC₁は非反転入力端に制御信号のオンデュティに応じた所定の電圧が印加され、反転入力端に印加されている基準電圧Vrefより非反転入力端の電圧が高くなると、出力を“H”とし、トランジスタQ₆をオンする。このオンによりトランジスト T_{r1} に2次出力が発生し、スイッチ回路12のトランジスタQ₇もオンし、このオンによりコンデンサC₁₉にはコンデンサC_{19'}が並列に接続されることになる。つまりマッチング回路4のインピーダンスが下がり、(マッチング回路4のQが上がり)、無電極放電灯7が接続されない無負荷時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧V₀₂が高くなる。ここで図7(d)に示す上記の全点灯の際の無負荷時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧V₀₁に比べて図8(d)に示すように調光点灯時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧V₀₂は高くなっている。

【0038】従って調光した時、無負荷2次電圧を高くすることによって、図19に示すように調光デュティ比T_a/T_bを小さくすることが可能となり、結果光出力を絞ることができる。一方無負荷2次電圧を高くするとFETQ₃の損失が大きくなるが、調光した場合、図8(d)に示すように間欠的に動作するため、FETQ₃の損失は平均値的には小さくなる。本実施例の着眼点は

11

ここにあり、間欠的に発振周期を変えて調光する場合、無負荷時においても間欠的な発振となるため、2次電圧を上げても、FETQ₅ の熱ストレス、つまり損失の平均値は小さいものとなる。

【0039】また調光デュティ比T_a/T_b（又は調光レベル）が所定レベル以下になるとスイッチ回路12によってマッチング回路4のインピーダンスを切り換えるが、上記レベルの設定は出力電圧制御回路11の設計によって容易になる。

（実施例5）本実施例は図9に示すように出力電圧制御回路11によって制御されるスイッチ回路12とインダクタンスL₁との直列回路をインダクタンスL₁に並列接続した点で実施例4と相違する。

【0040】而して調光の制御信号の調光デュティ比T_a/T_bを所定値より小さくすると、上述したように出力電圧制御回路11の出力が“H”となってスイッチ回路12のトランジスタQ₇がオンする。このトランジスタQ₇のオンにより、インダクタンスL₁、L₄が並列に接続されることによってそのインピーダンスが下がり（又は増幅回路5のQが下がり、無電極放電灯7が接続されない無負荷時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧が高くなる。つまり図6の回路と同様の効果を得ることができる）ことである。

【0041】尚実施例4、5において、ある調光デュティ比T_a/T_bが所定値より小さくなると、スイッチ回路12によって、インダクタンス値又はコンデンサの容量を断続的に変化させているが、調光デュティ比T_a/T_bによってスイッチ回路12のトランジスタQ₇を能動領域で動作させ、調光デュティ比T_a/T_bに応じてインピーダンスを連続的に変化させることにより無負荷2次電圧を連続的に変化させる構成でも良い。

【0042】また実施例4、5では増幅回路5のインピーダンスを切り換える構成であったが、増幅回路5のFETQ₅のドライブ電圧を切り換える構成としてもよい。FETQ₅のドライブ電圧を大きくすると、出力電圧は大きくなり、ドライブ電圧を小さくすると、出力電圧は小さくなる。

（実施例6）本実施例は図10に示すように出力電圧制御回路11に設けたオペアンプIC₁’により、調光の制御信号のオンデュティに比例し、増幅した信号を出力するようにし、このオペアンプIC₁’の出力を増幅回路5のトランジスタQ₅’のベースに直列接続してあるスイッチ回路12’のトランジスタQ₇’のベースに与えるようにしてある。つまり調光信号のオンデュティが大きい程（調光する程）、オペアンプIC₁’の出力電圧が大きくなる。そのためスイッチ回路12’のトランジスタQ₇’のベース電流が大きくなつて、トランジスタQ₅’のコレクタ・エミッタ間抵抗が小さくなる。このため増幅回路2からの信号が充分にトランジスタQ₅’のベースに供給され、トランジスタQ₅’のベースドライ

10

20

30

40

50

12

ブが大きくなり、その結果高周波電力供給用コイル8の両端電圧が高くなる。つまり図6の回路と同様な効果を得ることができるのである。

【0043】（実施例7）ところでE級增幅回路を増幅回路5に用いた場合の問題点は上述した通りであるが、本実施例ではこのE級增幅回路を増幅回路5に用いた場合の問題点を解消するようにしたものであり、増幅回路5の構成を図11に示すようにRF choke L₆と並列に第2のRF chokeコイルL₆’とスイッチング素子S₁との直列回路を接続し、FETQ₅に並列接続されるコンデンサC₂₁にコンデンサC₂₁’とスイッチ素子S₂の直列回路を並列接続した点で、図20の回路と相違する。尚図HHと同様に説明を簡単にするために調光回路6、制御信号発生器9、ブリアンプを構成する増幅回路2は省略してあるが、これら回路が設けられるのは言うまでもない。

【0044】而して本実施例では始動時にはスイッチング素子S₁をオン状態にする。そのためRF choke全体の定数はL₆。単体の場合よりも小さくなり、結果インピーダンスが小さくなつて入力電流の立ち上がり時間が短くなり、従つて点弧始動期間T₁も短くなる。しかしRF chokeの値を小さくすると、入力電流のリップルが増加し、FETQ₅の電流I_D、電圧V_Dの波形は図12に示すようになる。同図の電流I_Dのスパイク電流はFETQ₅に過大なストレスを加え、FETQ₅の発熱、破壊を招く。そこでスイッチング素子S₁と同時にスイッチング素子S₂も同時にオンしておくと、電流I_Dの波形は図21のように補正され、FETQ₅に過大なストレスが加わることがない。

【0045】次に無電極放電灯7が点灯すると、スイッチング素子S₁、S₂をオフにして回路定数を基に戻し、E級增幅回路として効率良く点灯状態を維持する。尚本実施例ではRF chokeを、L₅、L₅’の2つを設け、スイッチング素子S₁、S₂により切り換えて板が、この限りではなく、要するにRF chokeのインピーダンスを放電灯点灯までは小さく、点灯後は大きくなるような手段をあれば良い。

【0046】またFETQ₅の電流I_Dの補正手段としてはコンデンサC₂₁’に限らず、インダクタンスL₆、コンデンサC₂₂の定数を変化させてもよい。本実施例のように構成すれば点弧始動期間T₁と始動点灯後とで、E級增幅回路の定数を変化させることにより、点弧始動期間T₁を短くすることができる。

（実施例8）本実施例は、図13に示すようにE級增幅回路からなる増幅回路5に並列にC級増幅回路5’を設け、スイッチング素子S₃、S₄により夫々の増幅回路5、5’を切り換えるようにした点で図20の従来例と相違する。

【0047】本実施例では始動時はスイッチング素子S₃、S₄をC級増幅回路5’側に切り換える。つまりC

13

級増幅回路5'にはR F チョークのような大きなインピーダンスを持った素子がないため、電源投入直後から無電極放電灯7を点灯させるのに充分な入力電流が流れ、従って点弧始動期間 T_1 を非常に短くすることができる。次に無電極放電灯7が点灯するとスイッチング素子 S_1, S_2 をE級増幅回路5側に切り換えることにより効率良く点灯状態を維持する。

【0048】尚C級、E級の増幅回路は理論効率は最高100%であるが、実用上ではC級80%、E級90%程度である。従って点灯維持するのはC級よりもE級の方が効率で有利である。ここで増幅回路5、5'の増幅用FETは共用しても良く、また回路定数の切り換えは各素子毎に行っても良い。

【0049】尚各実施例1～8では電源Eに直流電源を用いているが、交流電源をチョッパ回路により直流電源を得て、該直流電源を使用するようにしても良い。また点弧始動期間 T_1 を $400\mu s$ (0.4ms)以下とすることが応答性に取って望ましのは言うまでもない。

【0050】

【発明の効果】請求項1乃至請求項5の発明によれば、時分割制御により無電極放電灯を点滅或いは調光する際の時分割のデュティ比が小さくても、その下限の点灯時間を点灯所要時間以上に保つことができ、その結果ちらつきの起きない安定な光出力が得られる制御ができ、そのため調光可能な下限値をより小さくすることができます。という効果がある。

【0051】請求項6の発明によれば、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたので、調光可能な下限値をより小さくすることができ、また高周波電力供給手段の増幅手段の素子の損失を小さくすることができます。という効果がある。

【0052】請求項7乃至15の発明によれば、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい増幅手段で点灯維持する手段を備えたので、点弧

14

始動期間を短くすることができ、そのため調光可能な下限値をより小さくすることができるとなるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の動作説明用波形図である。

【図2】同上の制御信号のデュティと光出力の関係説明図である。

【図3】本発明の実施例2の要部のブロック図である。

【図4】同上の制御信号のデュティ変換の関係説明図である。

【図5】本発明の実施例3の動作説明用の波形図である。

【図6】本発明の実施例4の回路図である。

【図7】同上の全点灯時の各部の波形図である。

【図8】同上の調光点灯時の各部の波形図である。

【図9】本発明の実施例5の回路図である。

【図10】本発明の実施例6の回路図である。

【図11】本発明の実施例7の一部省略した回路図である。

【図12】同上の増幅回路5のFET Q_5 の電圧、電流の波形図である。

【図13】本発明の実施例8の一部省略した回路図である。

【図14】従来例の回路ブロック図である。

【図15】同上の回路図である。

【図16】同上の動作説明用波形図である。

【図17】同上の動作説明用波形図である。

【図18】同上の動作説明用波形図である。

【図19】同上の無負荷2次電圧と調光デュティ比の関係説明図である。

【図20】別の従来例の一部省略した回路図である。

【図21】同上の増幅回路5のFET Q_5 の電圧、電流の波形図である。

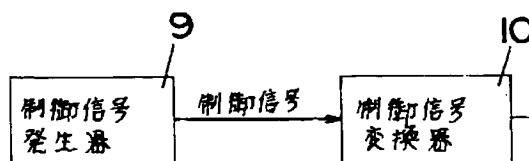
【図22】同上の入力電流の波形図である。

【図23】同上の各部の波形図である。

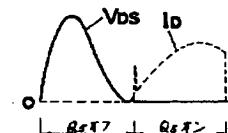
【符号の説明】

T_0 点灯所要時間

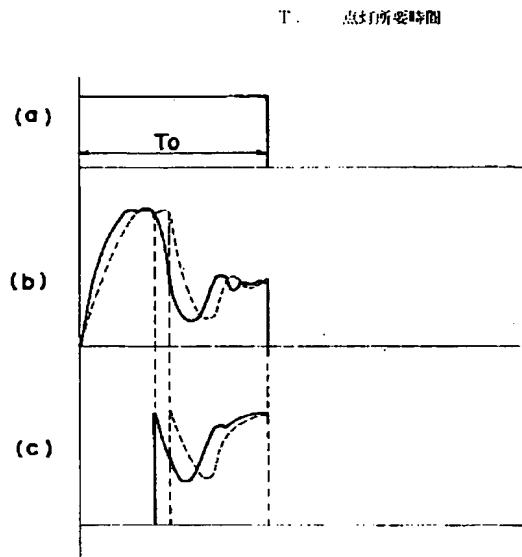
【図3】



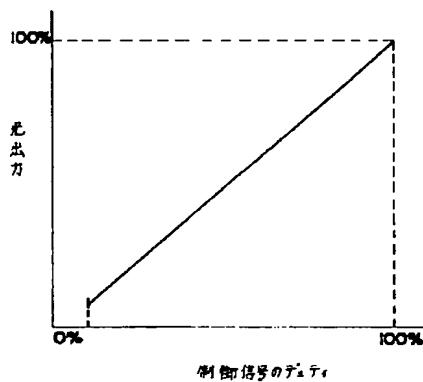
【図12】



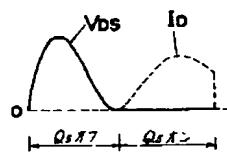
【図1】



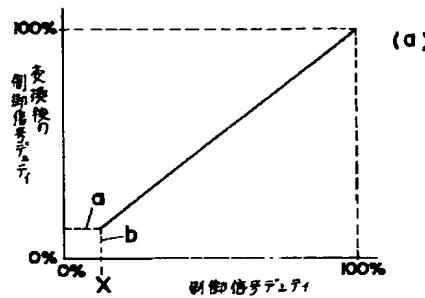
【図2】



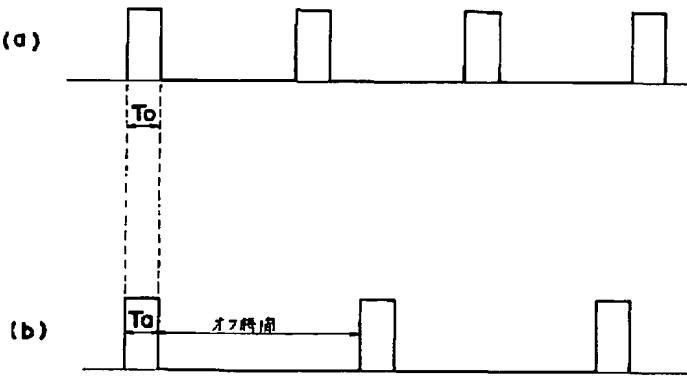
【図2-1】



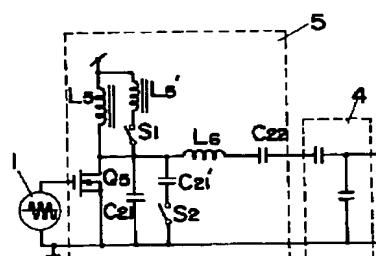
【図4】



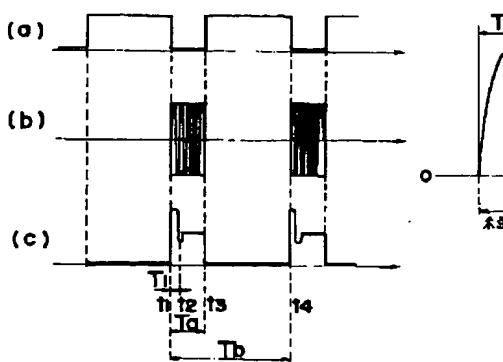
【図5】



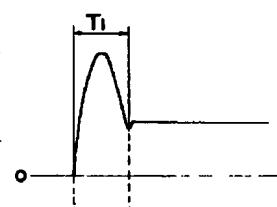
【図1-1】



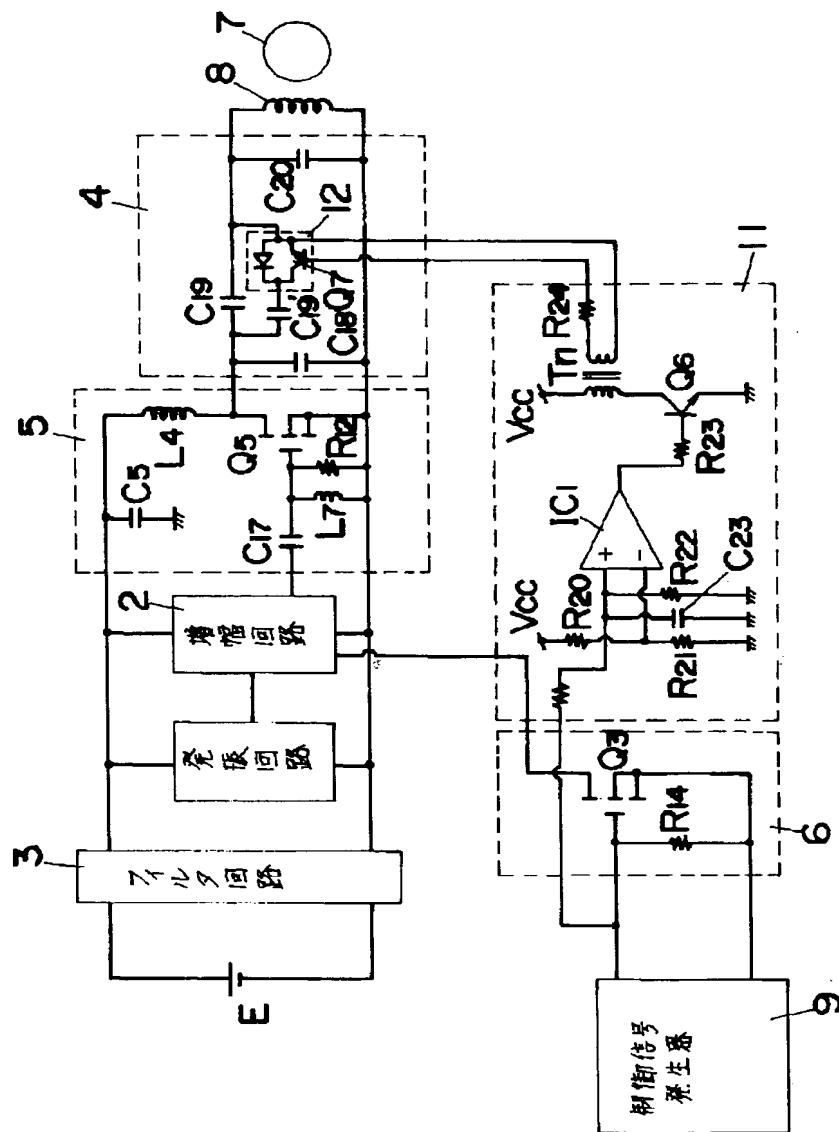
【図1-6】



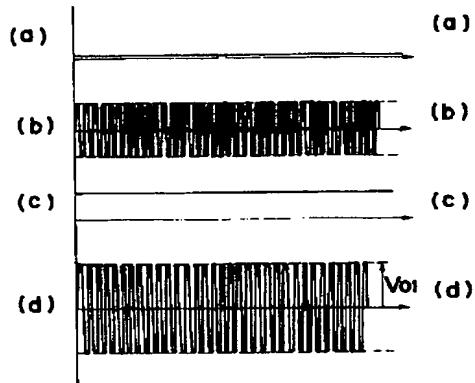
【図2-2】



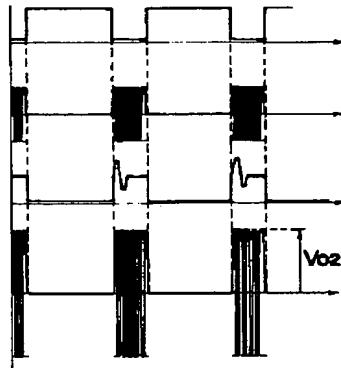
[図6]



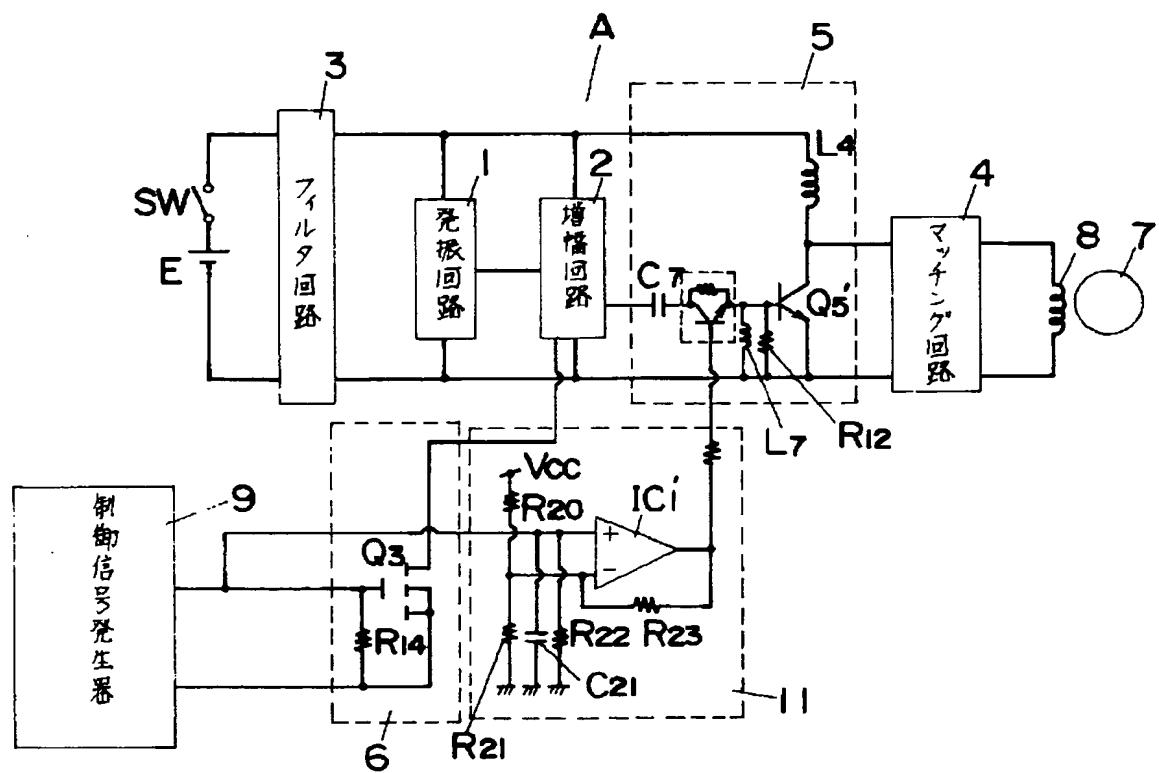
【図7】



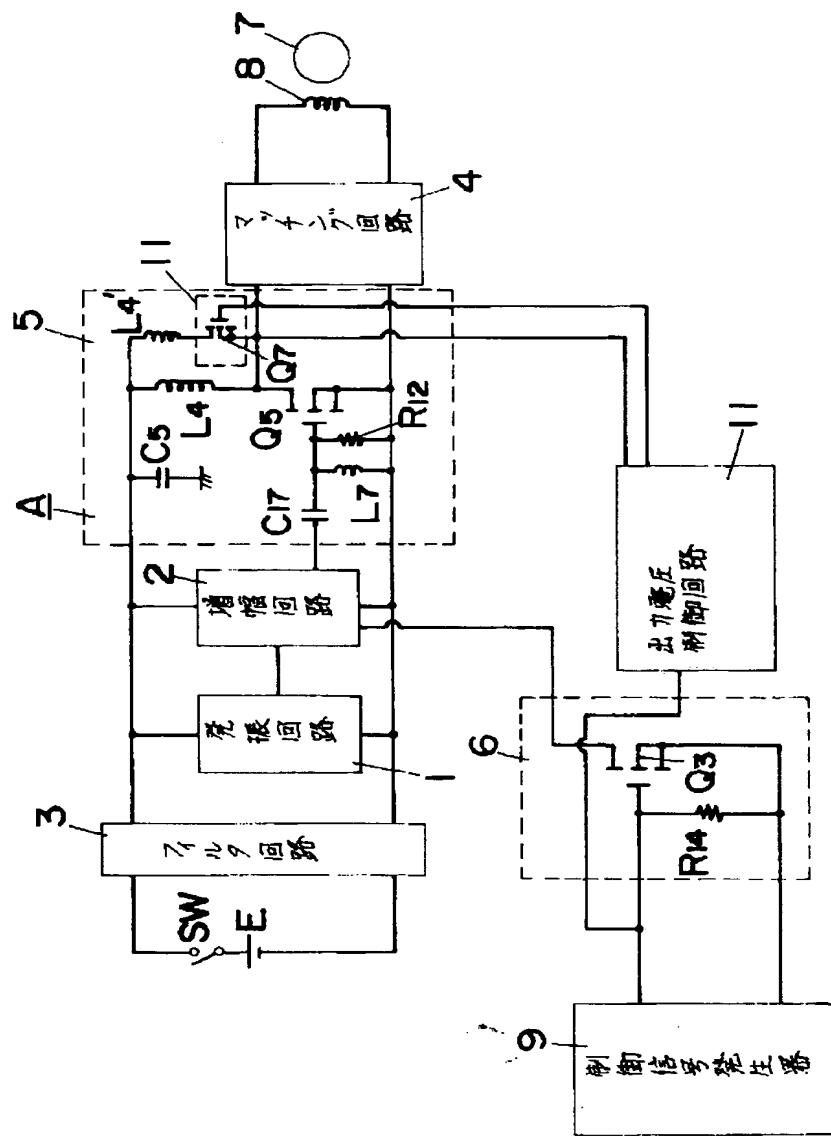
【図8】



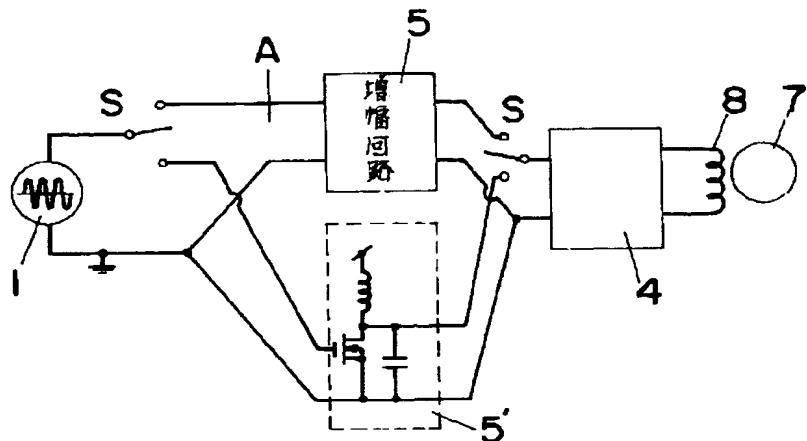
【図10】



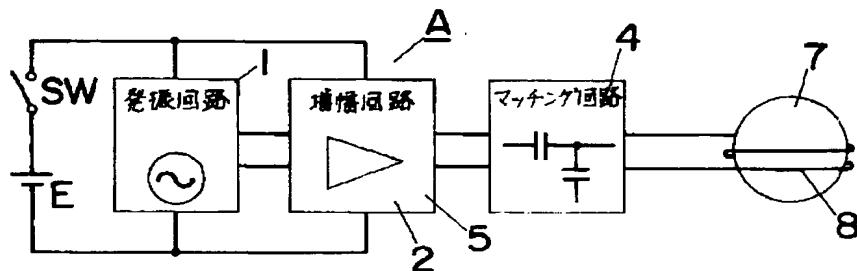
【図9】



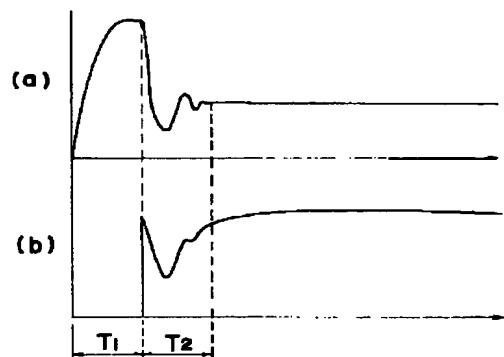
【図13】



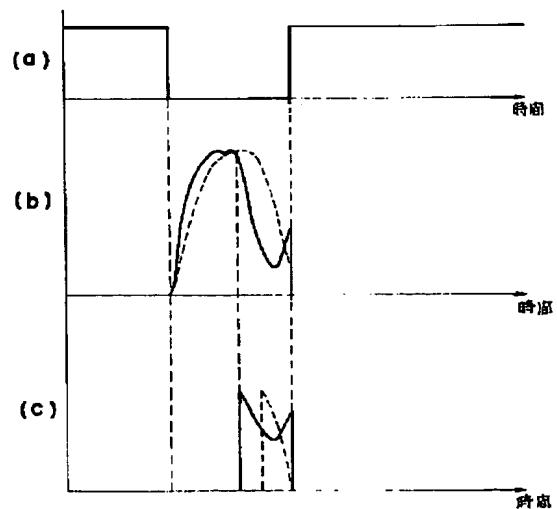
【図14】



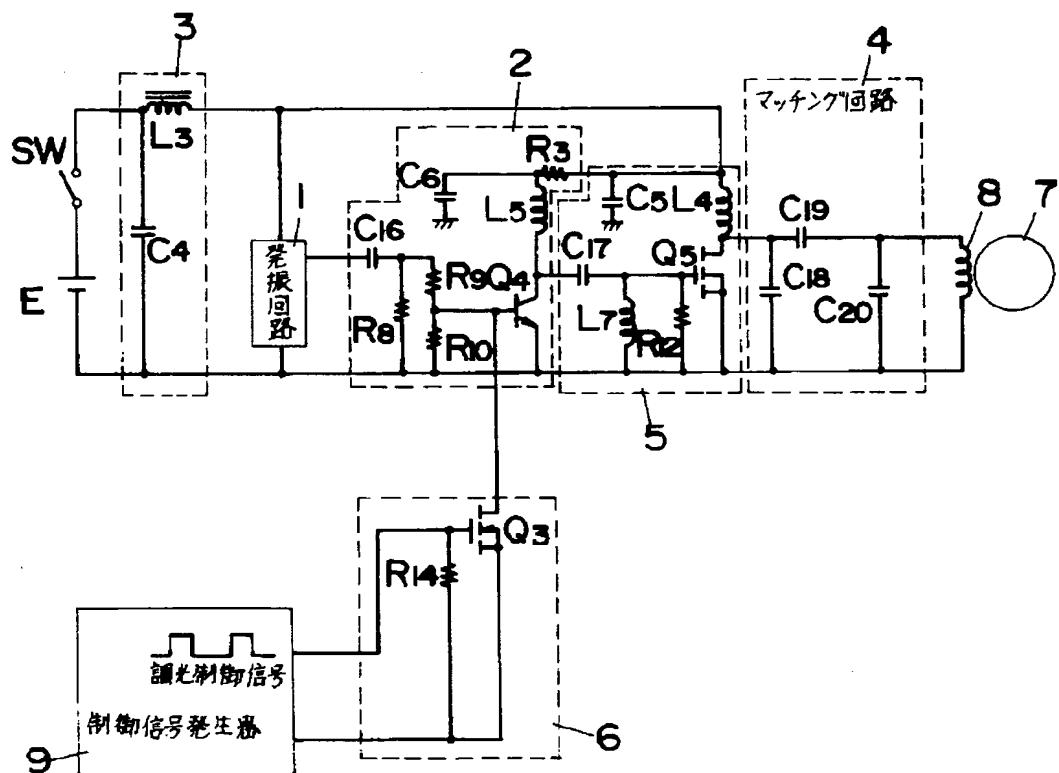
【図17】



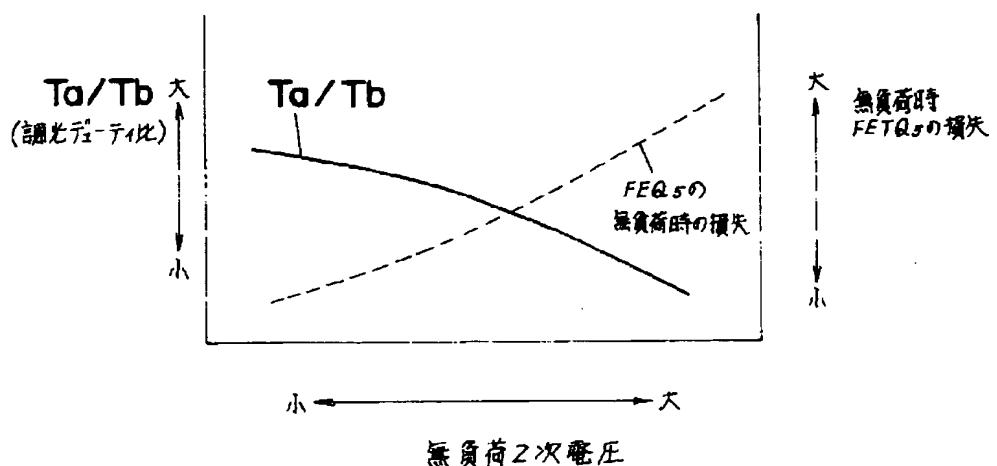
【図18】



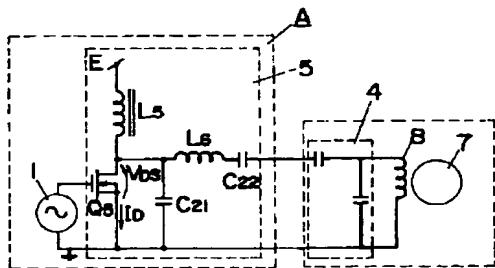
【図15】



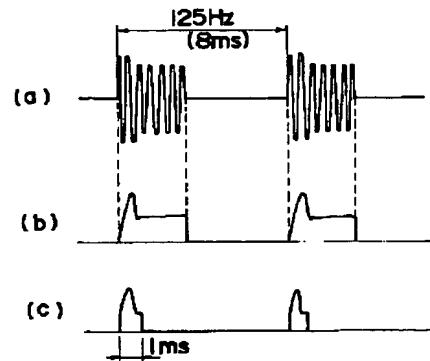
【図19】



【図20】



【図23】



THIS PAGE BLANK (USPTO)